

## **DETERMINACION DE MONTMORILLONITA EN ROCAS BASALTICAS**

*Maiza, P. J.<sup>1,2</sup>, R. C. Salomón<sup>3</sup> y S. A. Marfil<sup>1,4</sup>*

1. Profesor. Dpto. de Geología – Universidad Nacional del Sur. San Juan 670. 8000 Bahía Blanca. TE. 0291-4595184. FAX: 0291-4595148. email: smarfil@uns.edu.ar
2. Investigador Principal - CONICET.
3. Técnico - CIC de la Prov. de Bs. As..
4. Investigador Independiente - CIC de la Prov. de Bs. As.

### **RESUMEN**

En el presente trabajo se propone un método colorimétrico para la determinación de montmorillonita en rocas basálticas, que consiste en la tinción de la muestra con azul de metileno. Se trabaja sobre secciones delgadas con microscopio de polarización, donde la montmorillonita aparece coloreada. Se desarrolló un software que permite cuantificar su presencia. Se comprobó su efectividad testeándolo en muestras con contenidos conocidos de montmorillonita.

Se trabajó sobre 3 rocas de comportamiento conocido frente a la RAS, estudiadas previamente por los ensayos normalizados convencionales como son: el método acelerado de la barra de mortero, examen petrográfico y método químico.

### **ABSTRACT**

The object of this work is to propose a software developed with the aims to quantify the presence of montmorillonite in basaltic rocks. The method is based in the tinction of the montmorillonite in thin section by means of methylene blue. The effectively of the method has been testes with samples of known quantity of montmorillonita. There have been used 3 samples of known ASR behavior and previously study by conventional standard test like: The accelerated method of the mortar bar; the petrographic method and the chemical method.

### **1. INTRODUCCIÓN**

Las rocas basálticas son utilizadas frecuentemente como agregados para hormigón en obras ingenieriles. Además participan en porcentajes importantes en la composición de los agregados gruesos (canto rodado) y finos (arena).

Si bien por sus propiedades físico-mecánicas constituyen un material aceptable para hormigón, la presencia de especies deletéreas lo transforma en potencialmente reactivo frente a la reacción álcali – sílice y/o por el desarrollo de reacciones expansivas debido a la presencia de montmorillonita.

En Argentina existen importantes yacimientos con reservas casi ilimitadas de rocas basálticas. Sus afloramientos corresponden a bancos de gran extensión areal generalmente superficiales y potencias que pueden alcanzar cientos de metros. En su mayoría, estas vulcanitas se originan a partir del Cretácico (Misiones y algunos afloramientos de la Patagonia), pero especialmente en el sur del país, en su mayoría Terciarios, llegando al Pleistoceno. Además los procesos erosivos han degradado los afloramientos e incorporado el material clástico a agregados gruesos y finos,

participando con porcentajes considerables en arenas y gravas de uso frecuente en obras ingenieriles.

En trabajos previos (1, 2, 3 y 4) se estudió el comportamiento de rocas basálticas frente a la RAS utilizando los métodos de ensayo convencionales (método químico ASTM C-289 (6) / IRAM 1650 (7), barras de mortero ASTM C-227 (8) / IRAM 1637 (9), método acelerado de la barra de mortero ASTM 1260 (10) y examen petrográfico ASTM C-295 (11) / IRAM 1649 (12)). Se estudiaron rocas provenientes de 17 localidades (13 de la Prov. de Río Negro, 1 de San Luis, 1 de Córdoba, 1 de Misiones y 1 de Mendoza).

Se encontró que tienen un comportamiento muy diferente aún dentro de un mismo yacimiento, desde inocuas a altamente deletéreas con expansiones que superaron el 1 % en el método acelerado de la barra de mortero.

Marfil y Maiza (1996) (5) estudiaron las características petrográfico mineralógica de la alteración de basaltos en la meseta de Somuncurá, poniendo especial énfasis en la presencia de minerales arcillosos tipo montmorillonita. Este mineral se identificó al microscopio de polarización con secciones delgadas basándose en sus propiedades ópticas y observando su aumento de volumen al ser tratada con compuestos orgánicos (etilen glicol – glicerol). La muestra molida hasta pasar tamiz N° 200 (74  $\mu$ ) se dispersó con ultrasonido y luego de la decantación se extrajo la fracción menor de 2  $\mu$  para ser analizada por difracción de rayos X. Tanto el examen microscópico como DRX permiten la identificación cualitativa del mineral. El límite de detección con rayos X depende de la cristalinidad de la muestra, de la uniformidad de las estructuras y del porcentaje con respecto a la muestra total.

Shayan et al. (1988) (13), mencionan que un basalto de Queensland (Australia) dio reacción tipo RAS. En su composición, además de los minerales típicos de estas rocas, hay una importante cantidad de vidrio volcánico y sílice libre producto de la alteración de los componentes principales de la roca. También halló calcita aunque no menciona la presencia de arcillas expansivas.

Batic et al. (1992, 1994) (14, 15), realiza aportes importantes en el comportamiento de agregados con montmorillonita, incluyendo basaltos tholeíticos y olivínicos alterados con la participación de este mineral.

En el presente trabajo se propone un método para determinar el contenido de montmorillonita en base a la tinción de la muestra y el desarrollo de un soft para cuantificarla.

## **2. MATERIALES**

Se trabajó sobre 3 rocas basálticas de comportamiento conocido frente a la reacción álcali – sílice denominadas: Bajada del Sauce, Teniente Maza y Yacyretá.

## **3. MÉTODOS**

Se trabajó con un microscopio de polarización Olympus trinocular BH2-UMA, con cámara de video Sony 151 AP incorporada, monitor de alta resolución y procesador

de imágenes Image Pro Plus versión 3.1 para la captura y digitalización de imágenes.

### **3.1 Método de tinción empleado:**

Está basado en la técnica utilizada para la determinación de montmorillonita en arcillas caolínicas. Se diferencia básicamente en que, en este caso, se trabajó sobre secciones delgadas de las rocas basálticas.

La muestra, adelgazada a aproximadamente a 20 micrones de espesor y pulida con el abrasivo final, se trata con una solución de  $\text{SO}_4\text{H}_2$  al 5 % durante 1 minuto. Luego se lava cuidadosamente y se la sumerge en una solución de azul de metileno 0.01 N, durante 2 minutos. Se lava con agua a 50 °C, cinco o más veces y luego con agua fría. Se deja secar. Se cubre siguiendo el método de las secciones delgadas (con bálsamo de Canadá cocido y diluido en xileno) y se limpia.

El azul de metileno es fijado sólo en los sectores donde la muestra contiene montmorillonita. Se observa un color azul con intensidad variable que dependerá de la cantidad de arcilla presente.

Si la muestra tiene fracturas y los minerales imperfecciones, el líquido puede penetrar en el interior dando una coloración en sectores que no tengan arcilla. Debe tenerse especial cuidado en esto ya que el método desarrollado se basa en el color y lo contará como montmorillonita.

Para evitar este error se calculó el porcentaje teñido en una muestra conocida que no contenía arcilla y se tomó este valor como cero.

Se desarrolló un soft que permite calcular el porcentaje del material coloreado en base a la adjudicación del color medio de la tinción. Se aplicó en 5 sectores diferentes de cada muestra y se calculó el promedio y el desvío standard en cada muestra.

## **4. RESULTADOS**

Para el presente estudio se utilizaron 3 muestras de basalto de comportamiento conocido frente a la RAS por los métodos de ensayo convencionales. Los resultados obtenidos, en trabajos previos, se muestran en la tabla 1. Se realizó además la petrografía de las rocas determinando principalmente la mineralogía, la textura, el grado de alteración, la presencia de vidrio volcánico y arcillas del tipo montmorillonita. (1, 5)

### **4.1 Petrografía:**

#### **Bajada del Sauce:**

La roca está constituida por fenocristales de olivino con incipiente alteración y piroxenos muy frescos. Son abundantes los minerales opacos (hematita). La plagioclasa (labradorita) se dispone en tablillas, conteniendo granos de olivinos y escasos piroxenos generando una textura intergranular – subofítica. No tiene vidrio.

### **Teniente Maza:**

Tiene textura intergranular a subofítica. El mafito predominante es piroxeno alterado y olivino subordinado. En los interespacios de las plagioclasas (labradorita) aparecen minerales de alteración (principalmente arcillas del tipo montmorillonita) formado a expensas de vidrio volcánico relíctico. Se conserva escaso vidrio relíctico inalterado.

### **Yacyretá:**

Se trata de una roca con textura intergranular constituida por tablillas de plagioclasa, que encierran granos de piroxenos alterados. La plagioclasa se presenta sericitizada. Este mineral se dispone en forma de venillas en las microfracturas de los fenocristales. Es abundante la arcilla identificada como montmorillonita. También es abundante el vidrio volcánico con moderada alteración.

## **4.2 Difractometría de rayos X:**

Para confirmar la presencia de monmorillonita las muestras fueron molidas hasta pasar el tamiz IRAM N° 200 (75  $\mu\text{m}$ ), se colocaron en agua para lograr una suspensión, se dispersaron con ultrasonido durante 10 minutos y se dejaron decantar por 2 hs. Se tomó el líquido con el material suspendido, se sedimentó con centrifuga y se realizaron extendidos sobre un portamuestra para ser analizado por DRX. Con este método se pudo identificar claramente la presencia de montmorillonita en la muestra de Yacyretá y en Teniente Maza aunque en este caso en muy baja proporción. No se identificó montmorillonita en el basalto de Bajada del Sauce. Para confirmar su presencia se trataron las muestras con etilen glicol observándose un desplazamiento de la reflexión de 15 Å a aproximadamente 17 Å.

Tabla 1. Resultados de los ensayos normalizados (Maiza et al. 1998).

Muestra	% de expansión a los 28 días (ASTM C-1260)	Sílice disuelta (mg) ASTM C-289
Bajada del Sauce	0.054	15.7
Teniente Maza	0.407	38.1
Yaciretá	0.343	19.8

En los estudios previos se concluyó que la reactividad potencial de las rocas de Teniente Maza y Yaciretá se debe al contenido de vidrio volcánico y a la presencia de arcillas expansivas del tipo montmorillonita. La correlación entre los métodos utilizados fue buena.

## **4.3 Aplicación del soft a las muestras teñidas:**

Se trabajó con microscopio de polarización sobre secciones delgadas con 100 aumentos (10 ocular y 10 objetivos). Se tomaron al azar 5 sectores siempre dentro de la superficie de la sección delgada. Si la muestra considerara un sector externo (vacío) se descarta la medición.

Con el soft desarrollado se calcularon los porcentajes de montmorillonita para cada una de las muestras estudiadas, en base al color medio. En la tabla 2 se muestran los valores promedio obtenidos y el desvío standard.

Tabla 2: Porcentaje de montmorillonita

Muestra	Contenido promedio de montmorillonita (%)	S (desvío standard)
Bajada del Sauce	5.37	0.33
Teniente Maza	6.42	0.60
Yaciretá	11.43	1.69

En la fig. 1 se comparan las imágenes de las muestras analizadas teñidas con azul de metileno (a, c y e) con las analizadas con el soft desarrollado (b, d y f). El color rojo se corresponde con el azul fijado por la montmorillonita. El programa calcula el porcentaje coloreado de rojo, referido al área que considera el campo del microscopio.

## 5. CONSIDERACIONES

- La tinción en la muestra de Bajada del Sauce se adjudicó a la penetración del líquido en zonas de fractura y clivaje de los fenocristales de plagioclasa y mafitos.
- Se realizaron diversos ensayos sobre otras muestras de basalto de las que se sabía, por estudios previos, que no tenían montmorillonita y los porcentajes de tinción siempre estuvieron en el orden el 5 %.
- Si bien es posible su identificación por DRX se necesita, la separación de la muestra para concentrar el material. El límite de detección del equipo está en el orden del 10 %, aunque si la cristalinidad es muy baja puede ser mayor aún.

## 6. CONCLUSIONES

1. El método propuesto permite cuantificar en forma rápida el contenido de montmorillonita en rocas basálticas, aún cuando los contenidos son muy bajos.
2. Se estableció valor base de 5 %, determinado como la tinción producida por imperfecciones en los cristales de los minerales.
3. Por lo tanto el contenido de montmorillonita es: 0.37 % en el basalto de Bajada del Sauce tiene; 1.42 % en Teniente Maza y 6.43 % en Yaciretá.
4. Si se tiene en cuenta el desvío standard calculado en cada caso se concluye que Bajada del Sauce no tiene montmorillonita.

5. Es importante determinar los límites del color de identificación ya que una amplitud grande tomará como montmorillonita mayor cantidad que la real y una muy pequeña perderá sensibilidad de identificación.
6. El método colorimétrico de tinción propuesto, debe aplicarse sobre la base de un estudio petrográfico – mineralógico previo que permita establecer fehacientemente la presencia de montmorillonita.

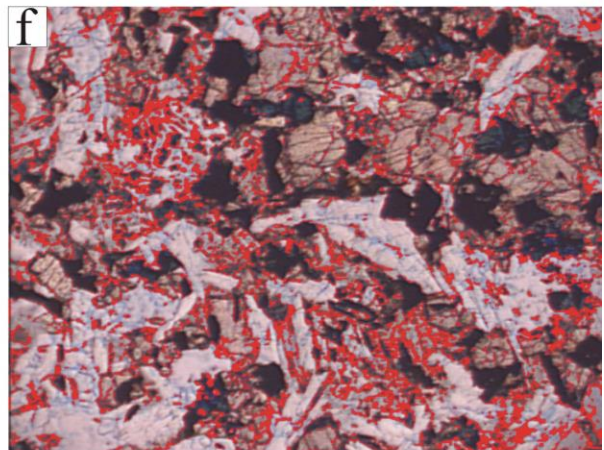
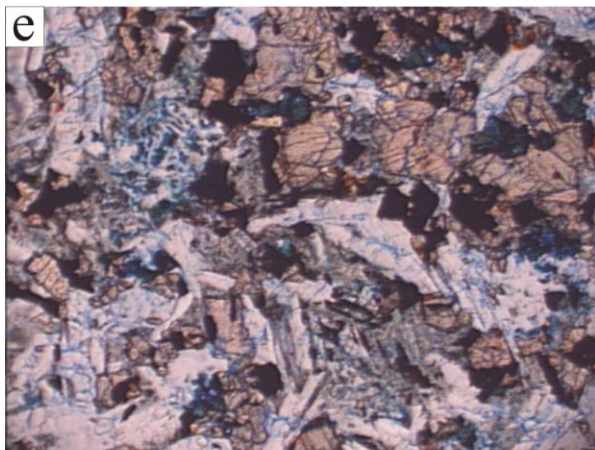
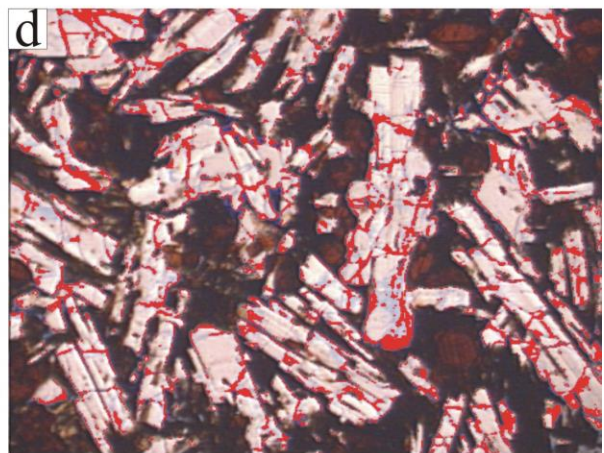
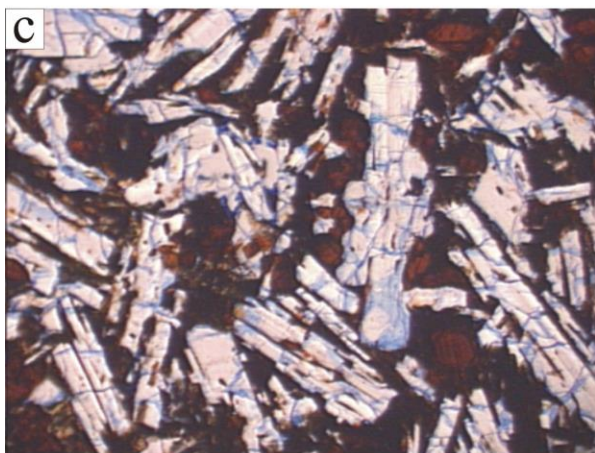
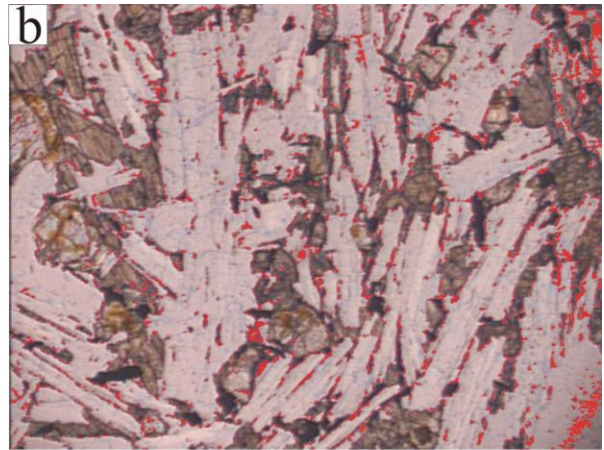
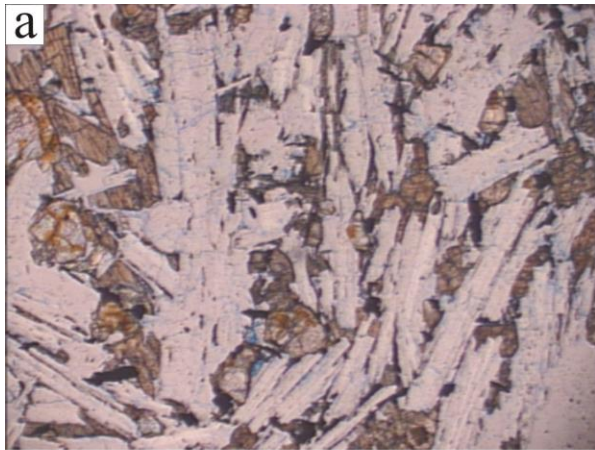
## 7. Agradecimientos

Los autores agradecen a la UNS, CONICET y CIC de la Prov. de Bs. As. por el apoyo brindado.

## 8. REFERENCIAS

1. Maiza P. J.; S. A. Marfil; O. R. Batic y J. D. Sota (1995). Estudio comparativo de rocas basálticas frente a la RAS. XII Reunión de la AATH. Memorias. La Plata. 127 - 140.
2. Marfil, S. A., P. J. Maiza, A. L. Bengochea, J. D. Sota and O. R. Batic(1998). Relationship between  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  and expansion in the determination of the alkali reactivity of basaltic rocks. Cement and Concrete Research. USA.Vol. 28. N° 2, pp. 189-196.
3. Maiza, P. J. y S. A. Marfil (1998). Comportamiento de rocas basálticas en hormigón, frente a la reacción álcali – sílice. II Congreso Uruguayo de Geología. Actas. Pp. 134-137. Punta del Este. Uruguay.
4. Maiza P. J, S. A. Marfil; A. L. Bengochea; O. R. Batic y J. D. Sota. (1998). Aplicación de un modelo estadístico para evaluar la reactividad alcalina potencial en rocas basálticas. V Jornadas Geológicas y Geofísicas Bonaerenses. Vol. 1. Pp. 135-143. Mar del Plata.
5. Marfil, S. A. y Maiza, P. J. (1996). Características petrográfico-mineralógicas de la alteración de basaltos de la Meseta de Somón Curá, Prov. de Río Negro. III Reunión de Mineralogía y Metalogenia. Public. N°5. INREMI. Actas: 287-293. La Plata.
6. ASTM C-289. Standard test method for potential alkali reactivity of aggregates. (Chemical method). Annual Book of ASTM Standards, Vol. 04.02, (1995), p. 159. Philadelphia, USA
7. IRAM 1650, 1968. Reactividad alcalina potencial en áridos. Método de ensayo químico.
8. ASTM C-227, 1995. Standard test method for potential alkali reactivity of aggregates Mortar bar method. Book of standards, 04.02, 45.
9. IRAM 1637, 1968. Reacción álcali-árido. Método de la barra de mortero para la determinación de la reactividad alcalina potencial.
10. ASTM C-1260-94. Standard test method for potential alkali reactivity of aggregates (accelerated method), (1994). Philadelphia, USA.
11. ASTM C-295, 1979. Standard practice for petrographic examination of aggregates for concrete. Annual Book of ASTM Standards. Philadelphia, USA.
12. IRAM 1649, 1968. Reactividad alcalina potencial en áridos. Exámen petrográfico.
13. Shayan A. and G. W. Quick, 1988. An alkali – reactive basalt from Queensland, Australia. International Journal of Cement Composites and lightweight Concrete. Vo. 10. N° 4. Pp 209-214.
14. Batic, O. R.; J. D. Sota and P. J. Maiza. (1992). Alkali aggregate reaction in Concrete: "Montmorillonite included in some aggregates: A principal factor of ARS". Ninth International Conference. Vol. 1. 53-60. London.
15. Batic O. R.; P. J. Maiza and J. Sota. (1994). Alkali silica reaction in basaltic rocks. Cement and Concrete Research. Vol. 24. pp. 1317-1326. USA.





*Fig. 1:* a y b Bajada del Sauce; c y d Teniente Maza; e y f Yacyretá